

A CONTRIBUIÇÃO DOS INVESTIMENTOS PÚBLICOS EM PESQUISA NO DESEMPENHO DA INOVAÇÃO DAS EMPRESAS.

Herbson Dias Mendes¹, Leonardo Andrade Rocha²

¹ Graduando do curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: herbsond06@gmail.com

² Professor Dr. do Programa de Mestrado Profissional em Administração Pública (PROFIAP) e do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – Rio Grande do Norte. E-mail: leonardoandrocha@yahoo.com.br

Resumo: O presente estudo tem como objetivo analisar o impacto dos investimentos públicos em pesquisa & desenvolvimento (P&D) no desempenho da inovação das firmas. A inovação das empresas depende de importantes esforços financeiros que são medidos, em grande parte, pelos investimentos aplicados em P&D. Parte da atividade de inovação das empresas é influenciada direta ou indiretamente pela política pública, que realiza importantes investimentos em pesquisa, complementando as atividades em inovação das empresas. Para medir esta relação, foi estimado um modelo de regressão linear a partir de uma amostra de firmas do tipo *cross-section*, que representam os maiores investidores em inovação no mundo, obtendo estimativas do efeito dos investimentos públicos na relação “desempenho x investimento privado em P&D”. Os resultados do modelo apontam que os investimentos públicos contribuem para aumentar o retorno privado do investimento em pesquisa.

Palavras-chave: inovação; R&D; política de inovação; investimento público.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas recentes têm destacado o papel do governo na inovação, enfatizando a importância dos investimentos em Ciência, Tecnologia & Inovação na geração das novas tecnologias aplicadas nas mais diversas áreas do mercado [1-3].

Pela teoria econômica, os investimentos em inovação propiciam a criação de novos produtos ou técnicas de produção, que em um resultado final permitem às firmas aumentarem sua produtividade [4-6]. Dessa forma, o residual na contabilidade do modelo de crescimento de [7] é potencialmente explicado por uma estratégia de inovação pelas firmas, pautada em investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) destinados à criação de novas tecnologias que tornam as técnicas atuais ultrapassadas, um processo denominado de “destruição criadora”, conforme as contribuições de Joseph Alois Schumpeter [6,8].

Neste processo, um aumento do investimento público orientado à inovação, por meio das universidades, institutos de pesquisa, subsídios, dentre outras formas da política de inovação, estimula o P&D privado, impactando em uma segunda ordem de efeito, no mercado de trabalho. Este processo se dá por meio do aumento no salário dos trabalhadores qualificados, ao mesmo tempo em que estimula a acumulação de capital humano a nível agregado [9]. Tal fato, pode ser vislumbrado a partir dos anos 70, com as economias de industrialização recente no leste asiático e em mudanças legislativas nos EUA, orientando a política de inovação um ambiente institucional mais favorável à inovação [9-10].

Essa ligação entre a teoria e os resultados empíricos tem sinalizado para a importância dos recursos públicos quanto ao estímulo à inovação, sinalizando *spillover's* da pesquisa que contribuem para o crescimento e, inevitavelmente, ao desenvolvimento das nações [11]. Isto deve-se ao papel do progresso tecnológico no processo de convergência entre as economias. Como uma parte da literatura do crescimento endógeno, a convergência pode ser explicada como um resultado da transferência de conhecimento e tecnologia entre os países, resultando em um crescimento diferenciado para as economias mais afastadas da “fronteira tecnológica” [12-14]. Isto está associado ao processo de difusão do conhecimento, ou *spillover* tecnológico, cujas políticas orientadas à inovação tendem a acelerar este processo [15]. Tal fato pode ser observado no Pós-guerra, quando as economias recentes de industrialização avançaram economicamente e tecnologicamente. Nas políticas direcionadas à inovação, o governo adquire protagonismo, realizando investimentos aplicados em P&D diretamente na economia, sejam por meio das universidades e outros laboratórios de pesquisa. O estabelecimento dessa provisão de “infraestrutura de pesquisa” torna-se fundamental, na medida em que estes programas destinam os esforços em pesquisa tanto básica, quanto aplicada. Além disto, os governos constantemente financiam algumas atividades de P&D empresarial por meio de subsídios diretos ou em aquisições direcionadas,

como nos setores bélicos e de defesa [16].

Frente a tais exposições, recentes medidas de austeridade fiscal têm imposto nas diversas economias, limitações orçamentárias que impactam diretamente na infraestrutura de pesquisa ofertada pelo Estado [17-19]. Pela abordagem da convergência, as economias menos desenvolvidas desfrutam de maior retorno no crescimento, na medida em que sua capacidade de “absorção” da tecnologia é garantida, sejam por esforços privados e/ou públicos [11,20]. Contudo, é notório que tais economias, os custos de oportunidade da pesquisa sejam relativamente maiores, induzindo o papel do Estado na provisão inicial desta infraestrutura [21].

Diante do papel da política de inovação para o crescimento das economias, pergunta-se: de que forma os investimentos públicos em inovação contribuem para potencializar os investimentos privados em P&D? A política de inovação reforça o retorno dos investimentos privados?

Diante de tais questionamentos, a presente pesquisa busca analisar a contribuição dos investimentos públicos em inovação no retorno dos investimentos privados em P&D pelas firmas, considerando os maiores investidores em inovação no mundo.

2. DESENVOLVIMENTO

A existência de um sistema econômico com a forte presença de um mercado competitivo e dinâmico, obriga as bases consolidadas de mercado a terem uma atualização constante na forma de atuarem. A alternativa de adaptação que as firmas utilizam para conseguir sobreviver a concorrência e a missão de conquistar mais consumidores encontra-se na diferenciação dos seus produtos e serviços. É por meio da atividade, proporcionado pelos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento, que os bens e as atividades executado pelas firmas tornam-se mais tecnológicos e mais atrativos para os consumidores [22].

2.1. Teoria da firma

A firma é o agente responsável por transformar os fatores produtivos em um determinado produto ou prestação de um serviço. Essa capacidade de transformação que ela possui pode ser descrita como produção [23]. Junto a isso, o desejo de realizar um processo de organizar os componentes que fazem parte da produção dependerá do insumo ou fator produtivo, que pode ser abordado como sendo tudo aquilo que a empresa utiliza para suprir a necessidade de transformação [24]. Podem ser considerados como fatores produtivos: a terra, que é caracterizado como sendo os recursos naturais e o matéria-prima que se utiliza para que o produto seja confeccionado; o trabalho, que seria toda a atividade humana realizada com o objetivo de alterar a natureza para que seja possível realizar algo que tenha necessidade; e por fim o capital, que seria todo o montante que é usado para que a produção possa acontecer [25].

De forma análoga, existe entre o empresário e o consumidor uma relação semelhante que define o comportamento para a tomada de decisão, visto que, tanto para quem produz quanto para quem consome, são levados em consideração alguns parâmetros como as preferências e os limites orçamentários a respeito de um determinado bem ou serviço. Dessa forma, a firma se baseia na teoria da firma, que pode ser descrita como sendo a busca da empresa de deliberar sobre uma decisão, quando relacionado a produção, fundamentado em uma combinação de potencialização de receitas juntamente com a diminuição de custos [26]. A variação de custo está relacionada com o fator tecnológico, que impõe a empresa restrições quanto a prática empregada nas combinações de insumos, limitando a firma a processos de produção que são possíveis de serem feitos [27].

Conhecendo o comportamento e combinação adotados pela firma quanto a sua produção, é possível admitimos uma função de produção que expresse a relação entre os insumos empregados no processo produtivo e os resultados obtidos pela capacidade de transformação desses insumos em produtos, e que esses resultados são os melhores possíveis, ou seja, máximos [28].

A função de produção pode ser expressa como sendo:

$$Y = f(A, K, L) \quad (1)$$

Conforme a função de produção clássica, a produção da firma é obtida pela combinação de dois insumos (capital e trabalho) mais a tecnologia. Por meio de uma função do tipo Cobb-Douglas:

$$Y = AK^a L^{1-a} \quad (2)$$

2.2. O papel da inovação para a firma

Para acompanhar a tendência mundial, as empresas disputam entre si, enfrentando um mercado que muda de forma rápida e constante. A competitividade de mercado e a incessante busca por mais consumidores, obriga as firmas a terem um caráter distinto em relação as demais firmas. A adoção de uma estratégia que busque essa diferenciação, pode resultar em vantagens competitivas, que pode ser descrita como sendo uma estratégia no qual uma concorrente não teve êxito em usar ao seu favor [29].

Dentre as variadas vantagens competitivas, a inovação é um dos parâmetros de competitividade que além de garantir a estabilidade da empresa com seus atuais e futuros consumidores, também garante a sobrevivência da empresa em meio as outras concorrentes [30].

Como forma de permanência no mercado, essas empresas introduzem um processo de inovação contínuo com abrangência em todos os setores da firma, introduzindo mudanças organizacionais, no produto e na tecnológica. A transformação interna que ocorre nas firmas tem como ligação o desejo de continuar competitiva no mercado, visto que, para que a organização tenha resultados satisfatórios, as práticas que resultam na obtenção de perdas produtivas e financeiras devem ser renunciadas [31].

As atividades de inovação adotadas pelas firmas são fases que compõem um processo que abrange todo o conjunto que forma o mercado, visto que, com a implementação dessas atividades, os impactos gerados interferem de forma positiva na produtividade, emprego e outros setores da economia [32]. A inovação como fator preponderante para a guinada de crescimento econômico, tem como influência o trabalho do economista Joseph Alois Schumpeter. No desenvolvimento econômico, acontece um processo conhecido como “destruição criadora”, onde as antigas tecnologias saem de cena para serem substituídas por novas tecnologias, e é por meio da inovação que o capitalismo se desenvolve, ou seja, as longas ondas de ciclos de desenvolvimento do sistema capitalista têm como origem à associação de elementos e fatores inovadores. A teoria do desenvolvimento econômico contempla como esses componentes estabelecem um novo modelo econômico, que eleva o crescimento da economia. [6,8].

A aplicação de capital para a investigação e o desenvolvimento de tecnologias são importantes para obtenção de benefícios do processo de inovação tecnológica, pois, além da “sobrevivência” da firma no mercado, existe a ligação entre a inovação e o aumento da eficiência juntamente com a produtividade, acrescentando melhor qualidade e tecnologia aos produtos oferecidos aos consumidores, distinguindo-se da concorrência [33].

O parâmetro tecnológico influencia diretamente os investimentos em P&D, ou seja, o parâmetro tecnológico é função dos investimentos em P&D:

$$A = g(P\&D) \quad (3)$$

Conforme a teoria da inovação, os investimentos em P&D geram ganhos de eficiência e produtividade nas firmas, porém, os gastos feitos não são suficientes para obter um êxito máximo, por essa razão, é necessário que o Estado entre como um dos parâmetros desse conjunto de fatores para que promova importantes políticas de inovação que reforcem e complementem os investimentos das firmas.

2.3. A importância da política nacional de inovação

As políticas de inovação são introduzidas por meio de políticas gerais voltadas para ciência e tecnologia, tomando como base a importância do processo de conhecimento vide a sua responsabilidade quanto ao desenvolvimento econômico. A organização desse sistema se dá por meio dos conjuntos das instituições e de fluxos de conhecimentos que estão ligados aos investimentos em inovação [32].

Dentro das instituições que incorporam um papel fundamental na construção de uma estrutura satisfatória e benéfica para os investimentos no âmbito da inovação está o Estado. É do Estado a responsabilidade de organizar e proporcionar, por meios das leis, incentivos e regulações, uma combinação entre os setores público e privado na busca de proporcionar ainda mais investimentos voltados para a inovação [34].

2.4. Metodologia

O artigo quanto aos meios é bibliográfico, devido ao levantamento de material publicado. Quanto a abordagem se trata de uma pesquisa quantitativa, pois tem o intuito de expressar dados em medidas numéricas. A amostra dos relatórios escolhidos analisa um ponto específico num dado momento, portanto, o estudo é baseado com dados organizados em *cross-section*.

2.4.1. Seleção da amostra e fonte de dados

Os dados usados nesse artigo contemplam 2500 firmas conforme as informações disponíveis no *The 2016 Edition Of The EU Industrial R&D Investment Scoreboard* [35]. O relatório é feito pela *European Commission*, e abrange um cenário avaliativo em relação aos Investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento de 38 setores do mercado em 45 países no mundo do ano de 2016.

Para o levantamento de dados relacionados as variáveis empregadas no estudo, foi utilizado os dados do Main Science and Technology Indicators do ano de 2016, que tem como responsável a Organização para cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) [36]. Os dados relacionados ao Produto Interno Bruto (PIB) dos países foram catalogados do relatório do Fundo Monetário Mundial (FMI) do ano de 2016 [37].

2.4.2. Variáveis empregadas

Variáveis	Descrição
Sales	“As vendas líquidas seguem a definição contábil usual de vendas, excluindo impostos sobre vendas e ações de vendas de empreendimentos e associados. Para os bancos, as vendas são definidas como a receita total (operacional) mais qualquer receita de seguro. Para as companhias de seguros, as vendas são definidas como “Prêmios brutos emitidos” mais qualquer receita bancária.” [35]
PIB	É o valor dos bens e serviços produzidos no país. A taxa de crescimento do PIB é o indicador mais popular da saúde econômica geral do país.
Capex	“Capital expenditure (Capex) são gastos usados por uma empresa para adquirir ou atualizar ativos como equipamento, propriedade, edifícios industriais. Nas contas, as despesas de capital são adicionadas a uma conta de ativos (ou seja, capitalizados), aumentando assim a base de ativos. É divulgado em contas como adições aos ativos fixos tangíveis.” [35]
R&D	“Research and experimental development (R&D) compreendem o trabalho sistemático realizado para aumentar o estoque de conhecimento - incluindo o conhecimento da humanidade, da cultura e da sociedade - e conceber novas aplicações do conhecimento disponível.” [38]
Employees	“Número de empregados é o total de empregados médios consolidados ou empregados de final de ano, se a média não for declarada.” [35]
Goverd/Gerd	“Government intramural R&D expenditure (GOVERD): principal estatística agregada usada para descrever o desempenho de P & D dentro do setor governamental. É uma despesa do Governo em R&D. GOVERD representa o componente das despesas internas brutas em R&D - Gross domestic expenditure on R&D (GERD).” [38]

2.4.3. Modelo econométrico

O modelo de regressão a ser estimado consistiu no modelo teórico-expandido:

$$Y = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (4)$$

$$A = A(P\&D; C, T\&I) \equiv A_0(P\&D)^{\gamma_1}(C, T\&I)^{\gamma_2} \quad (5)$$

Aplicando logaritmo entre as partes, tem-se:

$$\log(Y) = \log(A_0) + \gamma_1 \log(P\&D) + \gamma_2 \log(C, T\&I) + \alpha \log(K) + \beta \log(L) \quad (6)$$

O modelo de regressão linear se resume em:

$$\log(Y) = \beta_0 + \beta_1 \log(R\&D) + \beta_2 \log(C, T\&I) + \beta_3 \log(K) + \beta_4 \log(L) + \beta_1 [\log(P\&D) * \log(R\&D)] + \varepsilon_i \quad (7)$$

O termo cruzado na regressão ($\log(P\&D) * \log(C, T\&I)$) captura o efeito spillover do investimento público sobre o investimento privado.

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os coeficientes de correlação entre as variáveis do modelo, juntamente com os níveis de significância da estatística de teste para validade dos coeficientes.

Tabela 1. Coeficientes de correlação das variáveis do modelo em conjunto dos níveis de significância da estatística. (Autoria própria).

	log(sales)	log(emp)	log(capex)	log(R&D)	Goverd/Gerd
log(sales)	1				
log(emp)	0,9116***	1			
log(capex)	0,8601***	0,8696***	1		
log(R&D)	0,5735***	0,5564***	0,5877***	1	
Goverd/Gerd	-0,0295	-0,0341	-0,0494**	-0,0404**	1

Nota: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. As hipóteses do teste de correlação podem ser apresentadas como $H_0: \rho = 0 \therefore H_a: \rho \neq 0$.

Os sinais esperados das variáveis a nível-firma apresentaram sentido esperado conforme a literatura (positivo e significativos ao nível de 1%). As medidas obtidas para variável institucional (Goverd/Gerd) apresentaram uma relação negativa para as demais variáveis e significativas somente para os investimentos em bens de capital e R&D (significativos ao nível de 5%).

A tabela 2, apresenta os coeficientes estatísticos de média, desvio padrão, valores mínimos e máximos, em relação as variáveis empregadas.

Tabela 2. Média, desvio padrão, valores mínimos e máximos das variáveis empregadas. (Elaboração própria a partir dos resultados).

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Sales	2.500	8110,00*	22900,00*	0,10500*	294000,00*
Employees	2.500	23326	52210	12	610076
Capex	2.500	558,00*	2250,00*	0,018769*	32500,00*
R&D	2.500	373,00*	1100,00*	22,40*	14300,00*
Goverd/Gerd	2.500	0,1070	0,0382	0,0159	0,4906

*Nota: *Os valores estão em U\$\$ 1 milhão.*

De acordo com a tabela 2, o valor médio das vendas em milhões de dólares é de U\$\$ 8110,00, com um valor mínimo em milhões de dólares de U\$\$ 0,105 e um valor máximo U\$\$ 294000,00, o que representa uma variação substancial entre os dois valores. Para a mão de obra a média é de 23326, os valores mínimo e máximo variam de 12 a 610076, respectivamente. O valor médio para o Capex em milhões de dólares está na casa dos U\$\$ 558,00, e os valores mínimo e máximo é respectivamente U\$\$ 0,018769 e U\$\$ 32500,00. A média dos valores para R&D em milhões de dólares é de U\$\$ 373,00, o montante do valor mínimo de R&D é U\$\$ 22,40, enquanto que o valor máximo é U\$\$ 14300,00 milhões. A variável Goverd/Gerd tem em valores relativos uma média de 0,1070, e um valor relativo mínimo e máximo de 0,0159 e 0,4906, respectivamente.

Tabela 3. Agrupamento de setores industriais de acordo com a intensidade de P&D (P&D como % de vendas líquida). (Autoria própria).

R&D as % of net sales	Freq.	Percent (%)
High Technology	1.380	55,20
Low Technology	229	9,16
Medium-high Technology	631	25,24
Medium-Low Technology	260	10,40
Total	2.500	100,00

Nota: Essa classificação leva em conta a intensidade de P&D de todas as empresas agregadas pelos setores de 3 dígitos do ICB: Alta acima de 5%; Média alta entre 2% e 5%; Média baixa entre 1% e 2% e baixo abaixo de 1%. Alguns setores são ajustados para compensar a representatividade insuficiente do painel de avaliação nesses setores, utilizando a definição de intensidade tecnológica da OCDE para os setores de manufatura.

De acordo com a tabela 3, o setor com maior frequência de firmas é o setor de alta intensidade de P&D, representando mais da metade do número da amostra. Esse setor é composto principalmente de firmas da área farmacêutica e biotecnologia; Equipamentos e serviços de saúde; Hardware e equipamentos de tecnologia; Software e serviços de informática; Aeroespacial e defesa e lazer.

O setor com menor frequência em relação ao total de firmas é o setor de baixa intensidade em P&D. O setor é formado por empresas ligadas a produção de petróleo e gás; Metais industriais; Materiais de construção, Varejistas de alimentos e medicamentos; Transporte; Mineração; Tabaco; Multi-utilitários. Sua representação percentual de frequência não ultrapassa os 10%.

O setor de média alta tecnologia é composta por firmas do ramo eletrônico e equipamentos elétricos; Automóveis e peças; Engenharia industrial; Produtos químicos, Bens pessoais e domésticos; Indústria gerais e serviços de suporte. A sua frequência em percentual é de 25,24%, o que torna o setor, quando considerado a intensidade de P&D, o segundo maior em frequência.

Por último, o setor de média baixa intensidade representa 10,40% da frequência total, e as firmas que fazem parte desse setor são principalmente produtores de alimentos e bebidas; Viagens e lazer; Meios de comunicação; Equipamentos de petróleo; Eletricidade e telecomunicações de linha fixa.

Vale ressaltar que, mesmo que exista uma soma nos percentuais de frequência das firmas que não compõem o setor de alta intensidade de P&D, o valor percentual seria de 44,8%, o que representa uma diferença de 10,4%

abaixo do valor das firmas que compõem o setor de alta intensidade de P&D.

3.1. Resultados do modelo econométrico

A Tabela 4 apresenta os resultados das estimativas do modelo econométrico, reportando os coeficientes de elasticidade da função de produção:

Tabela 4. Resultados do estimado do modelo econométrico.
(Elaboração própria a partir dos resultados do modelo).

VARIABLES	(1) OLS	(2) Robust Regression
log(emp)	0.750*** (0.0358)	0.579*** (0.0132)
log(capex)	0.307*** (0.0253)	0.324*** (0.0119)
log(R&D)	0.0740*** (0.0176)	0.137*** (0.0119)
Constant	7.705*** (0.278)	7.824*** (0.191)
R2	0.8594	0.917
R2-Adj	0.8592	-
Test for Heteroskedasticity (chi2)	161.27***	-
Test for Heter. (p-value)	0.000	-
F stat	2305***	6786***
F stat (p-value)	0.000	0.000

*Nota: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ Standard errors in parentheses. Após o teste de Heterocedasticidade foi empregado o corretor de White [39].*

De acordo com as estimativas, a primeira coluna reporta os resultados a partir da técnica tradicional OLS. As estimativas obtidas em todas as variáveis apresentaram sinais de elevada significância estatística (ao nível de 1%). De todos os parâmetros, o coeficiente de elasticidade da mão de obra apresentou maior valor, de forma que um aumento no estoque do insumo implica em um aumento nas vendas de 0,75% em média. Em relação aos investimentos em bens da capital o resultado demonstrou um valor de 0,30%, de forma que um aumento nestes investimentos implica em média um aumento de 0,30% nas vendas. Com relação aos investimentos em P&D, o valor demonstrou ser o inferior e equivalente a 0,07%, de forma que um aumento proporcional nestes investimentos implica em um crescimento médio nas vendas de 0,07%.

Comparando com a coluna (2) da mesma Tabela, os resultados obtidos pela técnica ‘robust regression’ demonstram um claro viés das estimativas obtidas pela técnica tradicional OLS. Primeiramente, o coeficiente de elasticidade da mão de obra apresentou uma redução considerável, passando de 0,75 para 0,58 (uma queda de aproximadamente 23%). Isto revela o viés proporcionado por outlier’s na amostra que influenciam consideravelmente os valores das estimativas, superestimando o coeficiente de elasticidade. Ao contrário, os coeficientes de elasticidade do capital e da pesquisa tiveram valores aumentados após a técnica alternativa. O aumento da elasticidade do capital demonstrou ser suave, aumentando de 0,31% para 0,32%. No coeficiente de elasticidade da pesquisa, a variação apresentou a maior, indicando um crescimento no parâmetro de aproximadamente 85% após a técnica ‘robust regression’ (passando de 0,07% para 0,137%), quase dobrando o valor do parâmetro.

A Tabela 5 agora considera a expansão do modelo tradicional considerando o ‘efeito-spillover’ dos investimentos públicos em pesquisa:

Tabela 5. Modelo tradicional considerando o efeito-spillover.
(Elaboração própria a partir dos resultados do modelo).

VARIABLES	(1) OLS	(2) Robust Regression
log(emp)	0.745*** (0.0401)	0.576*** (0.0136)
log(capex)	0.312*** (0.0439)	0.332*** (0.0123)
log(R&D)	0.0666 (0.0407)	0.0707** (0.0358)
log(R&D)*(Goverd/Gerd)	0.0652 (0.3291)	0.574* (0.314)
(Goverd/Gerd)	-0.726 (6.0601)	-10.70* (5.719)
Constant	7.737*** (0.6066)	8.954*** (0.640)
R ²	0.860	0.916
R ² -Adj	0.860	-
Test for Heteroskedasticity (chi2)	911.83***	-
Test for Heter. (p-value)	0.000	-
F stat	2,144***	3,829***
F stat (p-value)	0.000	0.000

*Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Standard errors in parentheses. Após o teste de Heterocedasticidade foi empregado o corretor de White [39].*

Na coluna (1), os resultados obtidos indicam uma relativa estabilidade dos parâmetros após a inclusão da variável ‘Goverd/Gerd’. Os parâmetros estimados apresentaram um pequeno desvio em relação à tabela anterior, com exceção da variável log(R&D) cuja estimativa apresentou uma leve queda de 10% (de 0,074 para 0,0666). O parâmetro da variável interagida [log(R&D)*(Goverd/Gerd)] apresentou sinal esperado e positivo, porém não significativo ao nível máximo de 10% (o coeficiente de elasticidade da pesquisa também se revelou não significativo a 10%).

Na coluna (2), as estimativas dos parâmetros apresentaram valores próximos ao da tabela anterior, com exceção do coeficiente de elasticidade da pesquisa, reduzindo de 0,137% para 0,071%. A aproximação do valor estimado para a magnitude do parâmetro da obtido na coluna (1) da tabela anterior, revela o desvio calculado dos parâmetros pode ser influenciado pelo efeito-spillover do investimento público. Assim, o crescimento no parâmetro de aproximadamente 85% após a técnica ‘robust regression’ em relação ao método OLS na tabela anterior, sugere que a influência dos investimentos públicos possa potencializar o efeito do investimento privado em pesquisa, sobretudo nas economias onde o investimento público é mais presente.

Comparando as diferentes magnitudes da variável [log(R&D)*(Goverd/Gerd)] por técnica de estimação, indica que o efeito de outlier’s na amostra tende a subestimar o efeito-spillover do investimento público em pesquisa. A estimativa da coluna (1) indica um aumento de 0.0652% para 0.574%, representando um crescimento de aproximadamente 780%, na medida em que controlamos o efeito de pontos discrepantes na amostra.

O efeito final do coeficiente de elasticidade da pesquisa é definido pela derivada parcial:

$$\frac{\partial \log(Y)}{\partial \log(R\&D)} = \hat{\beta} + \hat{\beta} * \left(\frac{Goverd}{Gerd} \right) \quad (8)$$

O gráfico abaixo mostra a evolução do parâmetro para diferentes valores ao longo dos valores mínimo e máximo na amostra da variável (Goverd/Gerd).

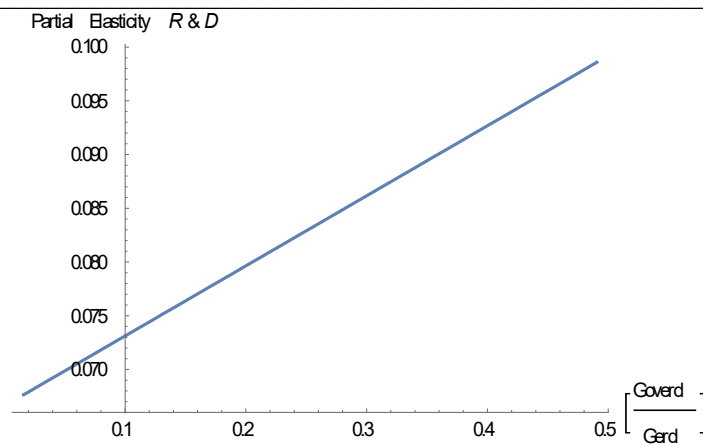


Figura 1. Evolução do parâmetro para diferentes valores ao longo dos valores mínimo e máximo (Goverd/Gerd).

A figura 1 acima mostra a convergência de valores para o coeficiente de elasticidade da pesquisa, na medida em que os valores da variável ($Goverd/Gerd$) aumentam. Isto indica a sugestão de que o ‘peso’ dos investimentos públicos têm um efeito direto no investimento privado em pesquisa, potencializando o esforço em inovação.

3.3. Discussão dos resultados

Os resultados do presente estudo mostram que os investimentos públicos em pesquisa têm o efeito de aumentar a elasticidade dos investimentos privados em inovação, considerando os maiores investidores em P&D no mundo. Usando uma amostra a nível de microdados, os autores [40] usaram um banco de dados do National Science and Technology Information Service (NTIS) da Coreia do Sul, contemplando informações a nível de projetos de pesquisa e desenvolvimento, financiados ou não por recursos públicos pelo governo desde 2002. Adotando uma proposta metodológica similar à presente pesquisa, os autores estimaram o efeito interagido do investimento público junto ao investimento privado do projeto de P&D. A variável dependente do modelo de regressão implicou em um Research Performance Index, que representou nos resultados derivadas da pesquisa a partir de patentes registradas, artigos publicados (nacionais e internacionais), SCI papers, dentre outras medidas agregadas em um índice geral. Como resultado, o efeito interagido do investimento público revelou uma contribuição direta da política pública na relação “projeto de R&D x investimento privado em R&D”, de forma que investimentos públicos maiores contribuem para aumentar o efeito do investimento privado no índice de desempenho da pesquisa.

Em setores específicos com biotecnologia e farmacêutico, o direcionamento de investimentos públicos na atividade de inovação do setor privado também tem apresentado resultados recentes e positivos. Conforme [41], o financiamento por meio de subsídios direcionados a pesquisas científicas no Instituto Nacional de Saúde tem demonstrado um claro efeito positivo e significativo no patenteamento (patenting) por empresas farmacêuticas e de biotecnologia. Os resultados do estudo mostram que um aumento de aproximadamente US\$ 10 milhões no financiamento do Instituto por meio de recursos públicos contribuem, em média, para um aumento de 2,7 no registro de patentes. Este padrão também é observado no efeito positivo no valor das patentes, através de diferentes técnicas de valoração. As estimativas apontam que os mesmos US\$ 10 milhões de financiamento público contribuem em média para um valor aproximado de US\$ 30,2 milhões no valor de mercado da firma. Um valor crescente comparado a dados de anos anteriores, uma vez que estimativas do mesmo setor apresentavam um valor de US\$ 11,2 milhões por patente registrada [42].

Outra forma particular de ver esta relação corresponde a contribuição de [43], ao analisar os determinantes da colaboração em P&D a partir da relação universidade-firma e o seu impacto na inovação, a partir de um estudo de caso para a indústria de baixa tecnologia. As universidades têm um papel fundamental na formação de recursos humanos com alta qualificação, especialmente quando tais recursos se complementam com a tecnologia [44], de forma que as firmas situadas próximas das universidades tendem a se beneficiar, estimulando o processo de inovação. Seguindo contribuições similares em [45], a proximidade geográfica desempenha um papel fundamental na colaboração universidade-indústria, favorecendo a construção de clusters industriais na medida em que as firmas avançam tecnologicamente.

4. CONCLUSÕES

Os investimentos públicos e privados para a área da inovação são condições fundamentais para o alcance do desenvolvimento econômico do Estado. A alta competitividade e a busca pela criação e otimização de novos produtos e serviços, elevam os requisitos necessários que a firma terá que adotar para conseguir estabilidade no mercado. A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) mostra-se como uma importante área tanto para o setor privado quanto para o setor público, visto que, a capacidade de investimentos que esses setores fazem nessa área interfere

diretamente no percentual de vendas das firmas e no avanço do desenvolvimento do país. Esses investimentos além de proporcionar uma melhor qualidade nos produtos e serviços das firmas, é também uma ferramenta primordial de estratégia para vencer a concorrência, no qual a firma está inserida.

O presente estudo teve como objetivo demonstrar a influência e o papel do Estado que busca fomentar esses investimentos privados para a área de P&D. Os resultados do levantamento e da análise de dados com caráter mais atual, forneceu as características necessárias para não rejeitar a hipótese de que o Estado é um fomentador de investimentos privados para a P&D. Portanto, é possível afirmar que os investimentos públicos possuem um efeito direto aos investimentos aplicados pelas firmas e que os resultados da pesquisa foram convergentes, de forma que os avanços no modelo empírico possam testar com melhor exatidão a robustez desta e de outras pesquisas correlatadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] TINDEMANS, P. Post-war research, education and innovation policy-making Europe. In: DELANGE, H.; MUL DUR, U.; SOETE, L. **European Science and Technology Policy: Towards Integration or Fragmentation?** Cheltenham UK: Edward Elgar, 2009. p. 3-24.
- [2] MOROZUMIA, A.; VEIGA, F. J. Public spending and growth: The role of government accountability. **European Economic Review**, v. 89, p. 148-171, 2016.
- [3] SCHOT, J.; STEINMUELLER, W. E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, v. 47, n. 9, p. 1554-1567, 2018.
- [4] AGHION, P.; HOWITT, P. **Endogenous Growth Theory**. Cambridge, MA: MIT Press, 1998.
- [5] AGHION, P.; HOWITT, P. **The Economics of Growth**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2009.
- [6] AGHION, P.; AKCIGIT, U.; HOWITT, P. What Do We Learn From Schumpeterian Growth Theory? In: AGHION, P.; DURLAUF, S. **Handbook of Economic Growth**. North Holland: Elsevier, v. 2A, 2013. p. 515-563.
- [7] SOLOW, R. M. A Contribution to the Theory of Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.
- [8] AGHION, P.; FESTRÉ, A. Schumpeterian growth theory, Schumpeter, and growth policy design. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 27, n. 1, p. 25-42, 2017.
- [9] COZZI, G.; IMPULLITTI, G. Government Spending Composition, Technical Change, and Wage Inequality. **Journal of the European Economic Association**, v. 8, n. 6, p. 1325-1358, 2010.
- [10] AMSDEN, A. **A ascensão do "resto": os desafios ao Ocidente de economias com industrialização tardia**. Tradução de Roger Maioli dos Santos. São Paulo: UNESP, 2009.
- [11] AGHION, P.; JARAVEL, X. Knowledge Spillovers, Innovation and Growth. **The Economic Journal**, v. 125, n. 583, p. 533-545, 2015.
- [12] AGHION, P.; HOWITT, P. A Model of Growth Through Creative Destruction. **Econometrica**, v. 60, n. 2, p. 323-351, 1992.
- [13] AGHION, P.; GARCÍA-PENALOSA, C.; HOWITT, P. Knowledge and Development: A Schumpeterian Approach. In: DOWRICK, S.; PITCHFORD, R.; TURNOVSKY, S. J. **Economic Growth and Macroeconomic Dynamics**. New York: Cambridge University Press, 2004. Cap. 3, p. 46-79.
- [14] OTT, I.; SORETZ, S. Public policies and convergence. **Journal of Economic Dynamics & Control**, v. 35, p. 1435-1450, 2011.
- [15] CASELLI, F.; COLEMAN, W. J. The World Technology Frontier. **American Economic Review**, v. 96, n. 3, p. 499-522, 2006.
- [16] BAYAR, A. et al. **An analysis of R&D Spillover, Productivity, and Growth Effects in the EU**. First European Conference. Seville, Spain: Economics of Industrial Research and Innovation (IRI), European Commission. 2007. p. 1-35.
- [17] ANGELO, C. **Brazil's government freezes nearly half of its science spending**. Reino Unido, 8 abr. 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-01079-9>. Acesso em: 15 maio 2019.
- [18] MASSARANI, L. **Fears for Brazilian science amid federal funding freeze**. Reino Unido, 18 abr. 2019. Disponível em: <https://www.chemistryworld.com/news/fears-for-brazilian-science-amid-federal-funding-freeze/3010402.article>. Acesso em: 15 maio 2019.
- [19] ESCOBAR, H. **Brazilian scientists lament 'freeze' on research budget**. Estados Unidos, 12 abr. 2019. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/364/6436/111.full>. Acesso em: 15 maio 2019.
- [20] COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Innovation and learning: two faces of R&D. **Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596, 1989.
- [21] ACEMOGLU, D.; AGHION, P.; ZILIBOTTI, F. Distance to Frontier, Selection and Economic Growth. **Journal of the European Economic Association**, v. 4, n. 1, p. 37-74, 2006.
- [22] HALL, B. H.; LOTTI, F.; MAIRESSE, J. **Employment, innovation and productivity: evidence from Italian microdata**. [S.l.]: Industrial and corporate change, v. 17, 2012.
- [23] FRANK, Robert H. **Microeconomia e comportamento**. 8. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- [24] KRUGMAN, Paul R.; WELLS, Robin E. **Introdução à economia**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

- [25] SULLIVAN, A.; SHEFFRIN, S.M. **Economics: Principles in Action**. 2. ed. Boston: Pearson Prentice Hall, 2003.
- [26] PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Microeconomia**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.
- [27] VARIAN, Hal R. **Microeconomia: conceitos básicos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- [28] BESANKO, David; BRAEUTIGAM, Ronald R. **Microeconomia: uma abordagem completa**. 1. ed. Nacional: LTC, 2004.
- [29] HITT, Michael A.; IRELAND, R. Duane; HOSKISSON, Robert E. **Administração Estratégica: competitividade e globalização**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- [30] MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000. ISBN 8522421641.
- [31] DAFT, Richard L. **Administração**. São Paulo: Thomson Learning, 2006.
- [32] OECD, Oslo Manual. Guidelines for Collection and interpreting innovation 3rd Editions. OECD Publications, 2005, Paris.
- [33] TIGRE, Paulo Bastos. **Gestão da inovação: A economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2006.
- [34] MENDES, D. R. F; OLIVEIRA, M. Â. C. de; PINHEIRO, A. A. Política Nacional De Ciência, Tecnologia E Inovação: avaliação do marco regulatório e seus impactos nos indicadores de inovação. **Regepe - Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.22-46, 10 abr. 2013. Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas (REGEPE). <http://dx.doi.org/10.14211/regepe.v2i1.49>.
- [35] EUROPEAN COMMISSION. **The 2016 EU Industrial R&D Investment Scoreboard**. Bélgica, 2017. Disponível em: <http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard16.html>. Acesso em: 22 mar. 2019.
- [36] OECD. **Main Science and Technology Indicators**. França, 2017. Disponível em: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#. Acesso em: 22 mar. 2019.
- [37] INTERNATIONAL MONETARY FUND. World Economic Outlook Database. Estados Unidos, 2017. Disponível em: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/01/weodata/index.aspx>. Acesso em: 22 mar. 2019.
- [38] OECD. Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development. **The Measurement Of Scientific, Technological And Innovation Activities**, [s.l.], p.1-400, 8 out. 2015. OECD. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239012-en>.
- [39] WHITE,. A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. **Econometrica**, v. 48, p. 817–838, 1980.
- [40] KWON, Hye Yeon; KWON, Illoong. R&D Spillovers for Public R&D Productivity. **Global Economic Review**, [s.l.], v. 48, n. 3, p.334-349, 3 jul. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/1226508x.2019.1638812>.
- [41] AZOULAY, P. et al. Public R&D Investments and Private-sector Patenting: Evidence from NIH Funding Rules. **Review of Economic Studies**, 86, n. 1, 2019. 117–152.
- [42] BESSEN, J. Estimates of Patent Rents from Firm Market Value. **Research Policy**, 38, n. 10, 2009. 1604–1616.
- [43] MAIETTA, O. W. Determinants of university–firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry. **Research Policy**, 44, n. 7, 2015. 1341–1359.
- [44] CASELLI, F.; COLEMAN, W. J. The World Technology Frontier. **American Economic Review**, v. 96, n. 3, p. 499-522, 2006.
- [45] D’ESTE, P.; IAMMARINO, S.; GUY, F. Shaping the formation of university–industry research collaborations: what type of proximity does really matter? **Journal of Economic Geography**, 13, n. 4, 2013. 537–558.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Às 10:00 horas do dia vinte e seis de julho de dois mil e dezenove, no prédio da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPPG da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de trabalho de conclusão de curso de autoria do aluno **HERBSON DIAS MENDES**, aluno do curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia desta universidade, N° de matrícula **2016010416**, com o título **“A CONTRIBUIÇÃO DOS INVESTIMENTOS PÚBLICOS EM PESQUISA NO DESEMPENHO DA INOVAÇÃO DAS EMPRESAS”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. Dr. LEONARDO ANDRADE ROCHA, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof. Dr. CARLOS ALANO SOARES DE ALMEIDA e Prof. Esp. DENIS VIEIRA SARMENTO, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 9,0; 9,0; 9,0. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi aprovado com média geral 9,0. E para constar, eu, LEONARDO ANDRADE ROCHA, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 26 de julho de 2019.

Assinatura dos membros da Banca Examinadora.

Prof. Dr. LEONARDO ANDRADE ROCHA – UFERSA
Presidente e orientador

Prof. Dr. CARLOS ALANO SOARES DE ALMEIDA – UFERSA
Primeiro Membro

Prof. Esp. DENIS VIEIRA SARMENTO - FAR
Segundo Membro